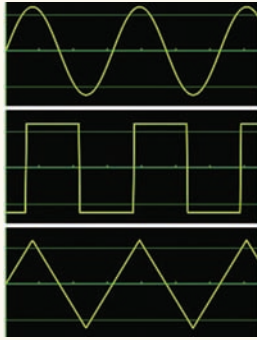


Kendimiz Yapalım

Yavuz Erol*

Frekans Ölçer

Bu ayki yazıda PIC mikro denetleyici kullanarak dijital bir frekans ölçer yapımından bahsediliyor. Bu proje sayesinde, herhangi bir dalga şekline sahip sinyallerin 1 saniyedeki tekrar sayısı yani frekansı ölçülebilir. Frekansı ölçülecek sinyalin dalga şekli, şekil 1'de görüldüğü gibi sinüsoidal, kare dalga ya da üçgen dalga olabilir



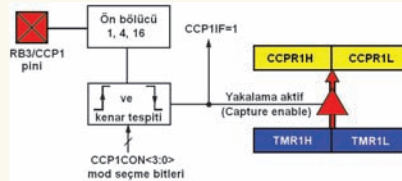
Şekil 1: Dalga şekilleri

Tasarlanan elektronik devre ile 16Hz-100Hz arasındaki frekanslar çok hassas bir şekilde ölçülebilir. Ölçüm sonuçları, virgülden sonra iki hane olacak şekilde görüntüleniyor. Gerçekleştirilen devre 50.00Hz ile 50.01Hz'lik iki sinyali ayırt edebilecek kadar hassas ve doğru çalışıyor. Bu proje ile çeşitli uygulamalar yapılabilir. Bir osilatörün istenen frekansta çalıştığından emin olmak için frekansı ölçülebilir, şebeke frekansı kontrol edilebilir ya da bir motorun dakikadaki devir sayısı (motor miline bağlanan uygun bir düzenek ile) ölçülebilir. Kısaca, eliniz altında profesyonel bir ölçü aleti ya da osiloskop bulunmadığı zamanlarda bu devre çok işe yarar.

Projenin yapımı için gereken malzemelerin listesi aşağıdaki gibi. Proje maliyeti oldukça düşüktür.

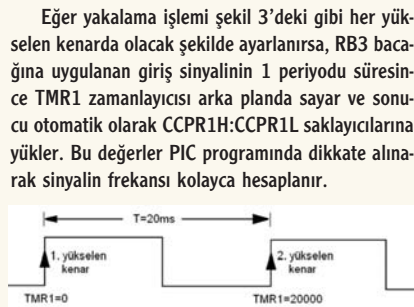
Malzeme Listesi	
PIC16F628-04/P	1 adet
Ortak katotlu 7 segment display	4 adet
4N25 optocoupler entegresi	1 adet
BC547 transistör	5 adet
7805 gerilim regülatörü	1 adet
330Ω direnç (0.25W)	7 adet
1kΩ direnç (0.25W)	7 adet
470Ω direnç (0.25W)	1 adet
10kΩ direnç (0.25W)	1 adet
4.7kΩ direnç (0.25W)	1 adet
1N4148 diyot	1 adet
220nF kutupsuz kondansatör	2 adet
22pF kondansatör	2 adet
100µF/16V elektrolitik kondansatör	2 adet
4MHz kristal	1 adet

Frekans ölçüm işlemi için PIC mikro denetleyicinin CCP (Capture/Compare/PWM) birimi kullanılıyor. Bu birim, yakalama, karşılaştırma ve pwm olmak üzere üç kısımdan oluşuyor. Bu projede sadece yakalama (capture) birimi kullanıldı. Şekil 2'de bu biriminin blok şeması görülmüyor.



Şekil 2: Yakalama birimine ait blok şeması

PIC mikro denetleyicinin RB3/CCP1 adlı giriş bacağına aşağıda belirtilen olaylardan biri olduğunda, 16 bitlik TMR1 zamanlayıcısının içeriğinin 16 bitlik CCPR1H:CCPR1L saklayıcı çiftine aktarılmasına yakalama (capture) deniyor. RB3 ucunda oluşan olaylar sırasıyla şöyle: Her düşen kenar, her yükselen kenar, her 4. yükselen kenar, her 16. yükselen kenar.



Şekil 3: 50Hz'lik sinyal için periyot

Örneğin RB3 bacağına 50Hz'lik bir sinyal uygulanırsa, TMR1'in saydığı değer 20000 olur. Çünkü 4MHz'lik kristal ile çalışan PIC için TMR1 her 1 mikro saniyede bir kez sayar. Bu durumda 20ms'lik periyot süresince zamanlayıcı değeri 20000 olur.

Şekil 4'de yakalama biriminin kullanımı sırasındaki ihtiyaç duyulan saklayıcılar görülmüyor. Bu projede INTCON, T1CON, CCP1CON, PIR1 ve PIE1 adlı saklayıcıların kırmızı renkle işaretlenen bitleri dikkate alındı.

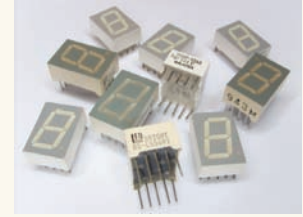
Saklayıcı adı	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	TOF	INTF	RBIF
PIR1	EEIF	CMIF	RCIF	TXIF	—	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
PIE1	EEIE	CMIF	RCIE	TXIE	—	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE
T1CON	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNCR	TMR1CS	TMR1ON	—
CCP1CON	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	—

Şekil 4: Saklayıcı (register) bitleri

Yakalama birimi hakkında daha ayrıntılı bilgiler piyasadaki PIC kitaplarından ve www.microchip.com sayfasındaki kataloglardan edinilebilir.

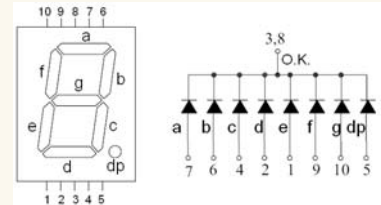
Frekans ölçer projesinde gösterge olarak 4 adet 7 segment display kullanıldı. Piyasada harf boyu 10mm, 14.2mm, 20mm ya da 25mm olan display

çeşitleri bulunmakta (şekil 5). Bu projede harf yüksekliği 14.2mm olan ortak katotlu kırmızı renkli display'ler tercih edildi.



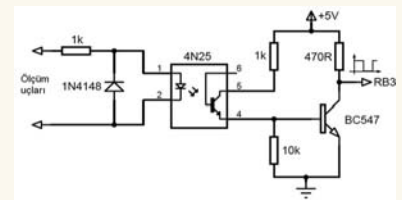
Şekil 5: Display çeşitleri

Display'in bacak numaralandırması ve segment isimleri şekil 6'da görülmekte.



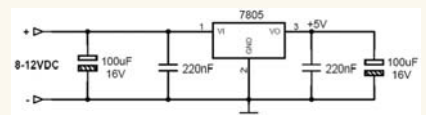
Şekil 6: Display bacak numaraları

Frekansı ölçülecek sinyali PIC mikro denetleyiciye uygulamadan önce kare dalgaya dönüştürmek gerekiyor. Şekil 7'de 4N25 entegresi ile yapılmış optik izolasyon devresi görülmekte. Bu devre sayesinde giriş sinyali ile PIC devresi tamamen yalıtılmış oluyor ve güvenli bir çalışma sağlanıyor. Ölçüm uçlarına herhangi bir dalga şekline sahip sinyal uygulanabilir. Sinyal genliği en fazla 15V olmalı. Daha yüksek gerilim uygulanırsa devredeki 1k'lık direnç aşırı ısınır zarar görebilir. Bu devre ile şebeke frekansı ölçülecekse 220V/9V'luk bir transformatör kullanılması önerilir.



Şekil 7: Optik izolasyon devresi

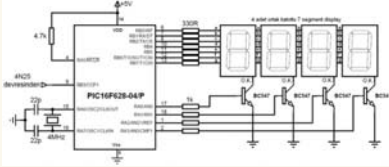
Optik izolasyon devresinin ve PIC mikro denetleyicinin besleme gerilimini sağlamak üzere şekil 8'de görülen 5V'luk regülatör devresi kullanılabilir. Giriş gerilimi 8-12V arasında olmalı. 9V'luk alkalın pille devre sorunsuz şekilde çalışır. Pilin ters bağlanması durumunda devre zarar göreceğinden dikkatli olmak gerekir.



Şekil 8: 5V'luk regülatör devresi

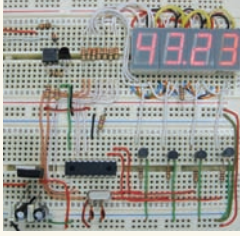
Kendimiz Yapalım

Frekans ölçer devresi şekil 9'da görülüyor. Devre tarama yöntemi ile sürülen 4 adet display ve NPN transistörler bulunmakta. Ölçüm yapabilmek için mikro denetleyicinin RB3 adlı 9 numaralı bacağı şkil 7'deki optik izolasyon devresinin çıkışına bağlamak gerekiyor. Devre şemasında gösterilmediği halde, 2. display'in dp adlı 5 numaralı bacağı 1k'lık direnç üzerinden +5V'a bağlanmalı. Böylece göstergede 49.99 şeklinde küsuratlı sayıları göstermek mümkün oluyor.



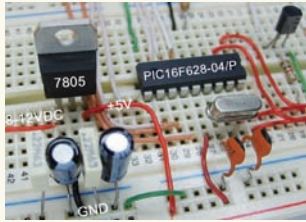
Şekil 9: Devre şeması

Devrenin board üzerine kurulmuş hali şekil 10'da görülüyor.

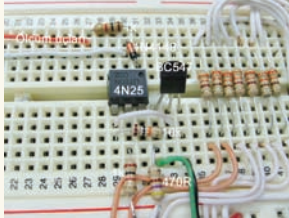


Şekil 10: Devrenin tamamlanmış hali

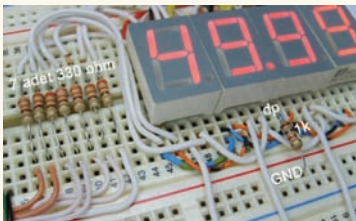
Devre, 5V'luk regülatör, optik izolasyonlu kare dalga üretici, display devresi ve NPN transistörlü sürme devresi olmak üzere çeşitli bölümlerden oluşuyor. Şekil 11-14'de bu bölümler daha yakından görülüyor.



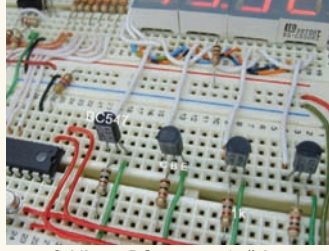
Şekil 11: Regülatör devresi



Şekil 12: Optik izolasyonlu giriş devresi

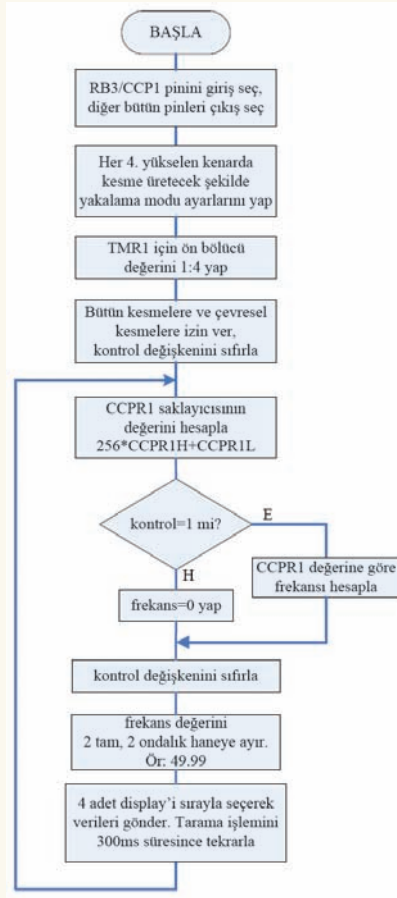


Şekil 13: Display'ler ve akım sınırlayıcı dirençler

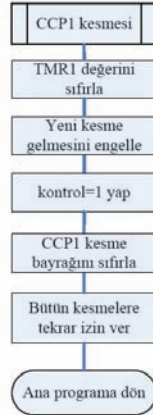


Şekil 14: BC547 transistörler

PIC mikro denetleyiciye yüklenen programın sadeleştirilmiş akış diyagramı şekil 15 ve 16'da görülüyor.



Şekil 15: Akış diyagramı



Şekil 16: Kesme alt programı

Hi-tech PIC C derleyicisi ile yazılan C kodu ise aşağıdaki gibi. Programın hex kodunu ve projenin diğer ayrıntılarını kendimiz yapalım köşesine ait internet sayfasında bulabilirsiniz.

```

#include <pic.h>
#include <delay.c>

__CONFIG(WDTDIS&PWRTEN&LVPDIS&XT);

unsigned char kontrol;

// -----
// CCP1 kesme alt programı
// -----
void interrupt kesme(void){
TMR1H=0; TMR1L=0; // TMR1 içeriğini sıfırla
GIE=0; // yeni kesme gelmesini engelle

kontrol=1;

CCP1IF=0; // yeni kesmeler için bayrağı sıfırla
GIE=1; // bütün kesmelere izin ver
}
// -----
// ANA PROGRAM
// -----
main(void)
{
unsigned const char rakam[10]={0x3F,0x06,0x5B,
0x4F,0x66,0x6D,0x7D,0x07,0x7F,0x6F};
unsigned char secme[4]={1,2,4,8};
unsigned int sayac,deger,kalan1,kalan2;
float frekans;
unsigned char a,i,display[5],veri;

TRISA=0x00; // PORTA'nın hepsi çıkış
TRISB=0x08; // RB3/CCP1 ucu giriş
CMCON=0x07; // PORTA sayısal giriş

kontrol=0;
PORTA=0;
PORTB=0; // başlangıç durumu ayarları

CCP1IE=1; // CCP1 kesmesine izin ver (PIE1,2)

// Her 4. yükselen kenarda yakalama modu
CCP1CON=0b00000110;

// TMR1 dahili saat fosc/4 ve ön bölücü 1:4
T1CON=0b00100001; // TMR1 çalışmaya başlar

GIE=1; // bütün kesmelere izin ver
PEIE=1; // çevresel kesmelere izin ver

for(;;){

// 16 bitlik CCP1 değerini hesapla
sayac=256*CCPR1H+CCPR1L;

// Kesme oluşmıyorsa kontrol=0'dır.
if(kontrol==1)frekans=10000000/sayac;
if(kontrol==0)frekans=0;

// 100Hz'in üzerini ölçme
if(sayac<10000)frekans=0;

kontrol=0;

// 300ms boyunca aynı değeri göster
for(a=0;a<25;a++){

deger=(int)frekans;

display[1]=deger/1000;
kalan1=deger-display[1]*1000;

display[2]=kalan1/100;
kalan2=kalan1-display[2]*100;

display[3]=kalan2/10;
display[4]=kalan2-display[3]*10;

// 3ms arayla display'leri tara
for(i=0;i<4;i++){
PORTB=0;
PORTA=0;

veri=rakam[display[i+1]];
PORTB=veri&0x07;
veri=veri<<1;
PORTB=PORTB|(veri&0xF0);

PORTA=secme[i];
DelayMs(3);
}
} // Sonsuz döngü
} // Program sonu
  
```

Kaynaklar:
Her Yönüyle PIC16F628, Birsen Yayınevi, 2004.
Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama (PIC16F628A), Altaş Yayınları, 2005.
<http://www.microchip.com> PIC16F628 kataloğu

Fırat Üniv. Elek-Elektronik Müh. Bölümü
yerol@firat.edu.tr